

Bei *Stigeoclonium flagelliferum* wurden reichlich zweiwimperige Mikrozoosporen gebildet, die auch noch kopulierten, also ganz so wie die Isogameten bei *Ulothrix*. Leider ist der Arbeit nicht ganz sicher zu entnehmen, ob die vierwimperigen Zoosporen nur Makrozoosporen waren oder ob auch Mikrozoosporen auftraten. Doch gehört *Stigeoclonium flagelliferum* zu den bestuntersuchten *Stigeoclonium*-Arten.

Auch West¹⁾ bildet in seinem Werke zweiwimperige Zoosporen ab. Doch finde ich keine Bemerkungen dazu.

(Schluß folgt.)

Kleinere Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der
k. k. Universität in Wien. Nr. XLIX.

Über den Einfluß der Kohlensäure auf den Laubfall.

Von Dr. Johannes Furlani.

Bekanntlich hat Herr Hofrat Wiesner 1871²⁾ die ersten Experimentaluntersuchungen über den Laubfall angestellt. Er fand unter anderem, daß Blattsprosse der verschiedensten Pflanzen im absolut feuchten Raume ihre Blätter verlieren. Wiesner hat die Ursache der Laubablösung in der Verhinderung der Transpiration gesehen. Später hat er jedoch Bedenken gegen die absolute Richtigkeit dieser Aussage geäußert, indem er vermutete, daß die reiche CO₂-Ansammlung im abgeschlossenen feuchten Raume bei der Laubablösung mitwirken, eventuell dieselbe verursachen könnte. Er betraute mich nun mit der Aufgabe, diese Vermutung experimentell zu prüfen. Ich ging in der Weise vor, daß ich einerseits eine CO₂-Anhäufung verhinderte, anderseits die Versuchspflanzen in eine CO₂ reichere Atmosphäre von bestimmter Zusammensetzung übertrug. Daneben wurden auch einzelne Experimente mit O armer Luft zum Vergleiche herangezogen.

I. Versuche bei Entzug von CO₂.

Die Versuche wurden in den Monaten März bis Juli durchgeführt. Bei den ersten Versuchen kamen pflanzliche Objekte zur Verwendung, deren Blätter noch nicht ausgewachsen waren; später wurde mit Sprossen mit vollkommen entwickelten Blättern experimentiert. Es wurden Parallelversuche gemacht, indem die Versuchsobjekte in einem Versuche in einer Atmosphäre von normaler Zusammensetzung und sonst absolut feuchtem Raume standen, im anderen war die Kohlensäure durch ein unter der Glasglocke aufgestelltes Gefäß mit Kalilauge wohl zum größten Teil entfernt worden. Die Versuche wurden teils im Dunkeln, teils im diffusen Tageslichte durchgeführt. Alle hatten ein gemeinsames Resultat: Bei Entzug der Kohlensäure wurde der Laubfall nicht

¹⁾ West, British fresh water algae, 86.

²⁾ Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzpflanzen. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. LXIV. Abt. I. 1871.

verzögert, sondern beschleunigt; im allgemeinen war natürlich der Laubfall im Dunkeln größer als bei den Versuchen im diffusen Lichte, was ja mit Wiesners Befunden vollkommen übereinstimmt. Aus der großen Anzahl von durchgeführten Versuchen greife ich natürlich nur die instruktivsten heraus.

Tabelle I.

Versuchspflanze	Versuchsdauer in Tagen	Zahl der abgefallenen Blätter in Prozenten der ursprünglichen Laubmasse						Bemerkungen
		im Lichte			im Dunkeln			
		normal	CO ₂ frei	O arm	normal	CO ₂ frei	O arm	
I. Gruppe.								
<i>Robinia Pseudacacia</i> , junge Blätter	2	18	52	—	50	61	—	In kontinuierlicher Traufe waren im diffusen Lichte in 3 Tagen 10% Blätter abgefallen.
(Länge 1·34—0·51 cm, Breite 0·71—0·48 cm)	1	40	83	—	—	—	—	
ausgewachsene Blätter	1 1/2	—	—	—	7	50	—	
	3	—	—	—	—	32	64	O frei 33%.
<i>Alnus incana</i>	10	—	—	—	28	67	16	
<i>Betula darlicarlica</i>	12	—	—	—	48	55	12	
<i>Ligustrum vulgare</i>	6	8	28	0	25	67	11	
II. Gruppe.								
<i>Spiraea mongolica</i>	9	24	36	—	—	—	—	Ähnliche Resultate im Dunkeln.
<i>Platanus orientalis</i>	11	—	—	—	50	61	—	Das erste Blatt fiel erst am 9., bezw. 8. Tage ab. Verkümmerte Blätter waren in 4, bezw. 2 Tagen sämtliche abgefallen.
<i>Aesculus Hippocastanum</i>	8	—	—	—	38	93	—	
<i>Tilia platyphyllos</i>	9	—	—	—	36	48	—	
<i>Philadelphus coronarius</i>	7	—	—	—	31	91	—	
<i>Ribes nigrum</i> (entwickelte Blätter, Juli)	12	—	—	—	34	43	—	Spreite eingetrocknet, Petiolus turgescens.
<i>Asalea indica</i> (Dezember, Jänner)	13	—	—	—	38	55	—	
III. Gruppe.								
<i>Fagus sylvatica</i>	21	—	—	—	0	0	—	Blätter verschimmelt und abgefault. Kontinuierliche Traufe hat dasselbe Resultat.
<i>Quercus spec.</i>	21	—	—	—	0	0	—	
IV. Gruppe.								
<i>Buzus sempervirens</i> , junge Blätter	20	—	—	—	100	—	—	Beginn des Laubfalles nach 10 Tagen.
ausgewachsene Blätter ..	20	—	—	—	0	—	—	

Zu vorstehender Tabelle sei noch folgendes bemerkt.

Zur I. Gruppe gehören Pflanzen mit grün abfallendem Laube.

II. Gruppe: Die Blätter vergilben vor dem Laubfall. Bei *Ligustrum vulgare* wies das eine oder andere Blatt braune Flecken auf, doch war daneben manches noch vollkommen grüne Blatt abgefallen. Bei *Spiraea mongolica* war die Bräunung, die in Form kleiner, unregelmäßiger Flecken auftrat, eine allgemeine Erscheinung. Bei *Platanus orientalis* begann nach einigen Tagen Versuchsdauer die Bräunung in Form von länglichen, den Gefäßbündeln entlang fortschreitenden Flecken. Das Blatt fällt hier meist vollständig gebräunt ab. *Aesculus Hippocastanum*: Neben der Bräunung der Blätter in Form großer, rundlicher Flecken mitten in der Spreite trat hier auch Vergilbung ein, die meist den Gefäßbündeln entlang verlief. Beide Erscheinungen traten an ein und denselben Blättern auf; so fand ich zwei Blätter, die, fast vollständig vergilbt, mitten in diesem gelbgrünen Farbentone, deutlich umgrenzte, braune Flecken zeigten.

Auch bei *Tilia platyphyllos* trat Bräunung mitten in der vergilbten Spreite auf, desgleichen bei *Philadelphus coronarius* und *Ribes nigrum*.

Die III. Gruppe bilden *Fagus* und *Quercus*. Wohl trat Bräunung der Lamina in Form kleiner, strichförmiger Flecken auf, doch folgte derselben keine organische Ablösung der Blätter.

Ein von den bisher geschilderten Fällen gänzlich abweichendes Verhalten zeigte *Buxus*. Hier fielen nur die noch unentwickelten Blätter in einem Zustande ab, wo das Chlorophyll keine Veränderung zeigte, während die ausgewachsenen Blätter überhaupt nicht zur Ablösung gelangten.

Die anatomische Untersuchung konnte feststellen, daß der Blattgrund der jüngeren Blätter sich in noch meristematischem Zustande befand. Auch bei *Robinia*, wie ja aus der Tabelle ersichtlich ist, ferner bei *Ribes nigrum*, *Spiraea mongolica* konnte Laubfall an Sprossen mit noch ganz jungen Blättern (bei den zwei letzterwähnten Objekten waren dieselben eben erst aus den Tegmenen hervorgebrochen) hervorgerufen werden. Auch hier befand sich der Blattgrund nachweislich in noch meristematischem Zustande. Es ergibt sich daraus die Erkenntnis, daß der Laubfall jederzeit, sobald die Blattbasis ein Meristem trägt, hervorgerufen werden kann. Dieses Meristem hat jederzeit die Fähigkeit, durch Turgeszenz seiner Elemente und Auseinanderweichen aus dem Zellverbände, als Trennungsgeschichte zu fungieren. Bei *Fagus* und *Quercus*, wo kein Laubfall in den Versuchen eintrat, konnte auch kein Meristem im Blattgrunde gefunden werden.

Wie das Experiment mit *Buxus* beweist, kann wohl auch bei Immergrünen durch äußere Faktoren Laubablösung veranlaßt werden, dort wo sich im Blattgrunde ein Meristem vorfindet.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, übt die Kohlensäure einen den Laubfall verzögernden Einfluß aus, da ja ihr Entzug in allen Fällen eine sichtliche Steigerung herbeiführte¹⁾.

Wir müssen also diesem Gase, wenigstens der in der Atmosphäre enthaltenen prozentischen Menge, einen konservierenden Einfluß auf die Pflanze zuschreiben. Daß in den bisher besprochenen Versuchen nicht etwa der Umstand laubfallbeschleunigend wirkte, daß die CO_2 -Assimilation durch Entzug von CO_2 eingestellt wurde, zeigen die Parallelversuche im Dunkeln.

II. Versuche im absolut feuchten Raume bei verschiedenem CO_2 -Gehalte der Atmosphäre.

Hatten die vorhergehenden Versuche eine Schädigung des laubtragenden Holzes durch den Entzug der Kohlensäure bewiesen, so erschien es nun wertvoll, zu ermitteln, wie sich bei Erhöhung des CO_2 -Gehaltes der die Pflanze umgebenden Atmosphäre der Laubfall gestalten werde, d. h. ob der Normalgehalt der atmosphärischen Luft an CO_2 , nämlich 0.04 Volumprozent, das Optimum für das laubtragende Holz bedeute, indem hier das Minimum des Laubfalles liege. Die Beantwortung dieser Frage erschien um so wünschenswerter, als ja Demoussy nachgewiesen hat²⁾, daß bei einem 5mal so großen CO_2 -Gehalte der umgebenden Atmosphäre das Optimum für das Wachstum des Blattes liege. Andererseits wissen wir aber, daß höhere atmosphärische Gehalte an CO_2 als 4—20%, wie ja auf alles Lebende, so auch auf die Pflanze giftig wirken. Lag nun das Optimum nicht nur für das Wachstum, sondern auch für die Assimilation und Transpiration des Blattes höher als bei 0.04% CO_2 -Gehalt der Atmosphäre, so mußte bei einer entsprechenden Erhöhung des CO_2 -Gehaltes der Atmosphäre bei sonst für den Laubfall günstigen Bedingungen eine Herabminderung desselben im Vergleich zu den Ergebnissen bei normalem CO_2 -Gehalte der Atmosphäre zu konstatieren sein, wie eine Schädigung der Pflanze bei vermindertem CO_2 -Gehalte sich durch verstärkten Laubfall kundgetan hatte. Nachdem sich *Robinia* als ein vorzügliches Objekt für Laubfallversuche gezeigt hatte, wurden die meisten ferneren Versuche mit Sprossen dieser Pflanze an- gestellt.

¹⁾ Dieses Ergebnis wurde bereits mitgeteilt in: Wiesner, Zur Laubfallfrage. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. 1906, Bd. XXIV, H. 1, S. 37.

²⁾ Demoussy, Sur la végétation dans des atmosphères riches en acide carbonique. Compt. rend. 1903, p. 325, 1904, p. 291.

Tabelle II.
Versuche mit *Robinia Pseudacacia*.

A. Dunkelversuche.

Verwendete CO ₂ -Menge in Prozenten	Versuchsdauer in Tagen	Laubfall in Prozenten	
		in CO ₂ -Atmosphäre	in normaler Atmo- sphäre
0·2	3	33	59
1·5	2	21	40
3	2	70	17
20	2	53	62
30	2	36	62
40	3	0	68
50	3	0	65
50	5	0	85
100	3	0	57
100	4	0	72
100	4 ¹ / ₂	0	83

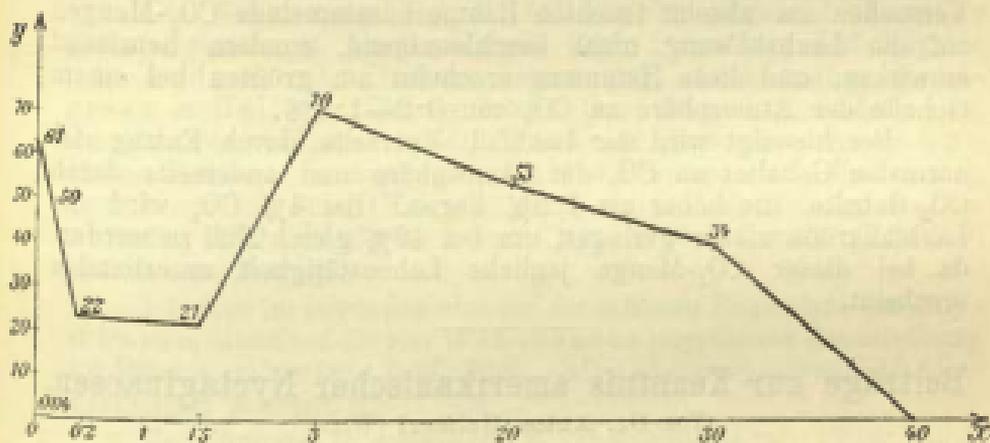
B. Lichtversuche.

Verwendete CO ₂ -Menge in Prozenten	Versuchsdauer in Tagen	Laubfall in Prozenten	
		in CO ₂ -Atmosphäre	in normaler Atmo- sphäre
6	2	23	8
40	5	0	67
100	2	0	25

Allgemein lehren diese Versuche, daß die bei den Laubfallversuchen sich etwa unter der Glasglocke ansammelnde, größere CO₂-Menge einen auf den Laubfall nicht beschleunigenden, sondern im Gegenteil verzögernden Einfluß ausübt. Der normale CO₂-Gehalt der Atmosphäre stellt für das assimilierende und transpirierende Blatt nicht das Optimum der Existenzbedingungen dar, sondern dasselbe liegt, wie auch für das Wachstum des Blattes, höher; bei einem Gehalt an CO₂ von 1·5% der Atmosphäre hatte der geringste Laubfall statt. Bei einem höheren Gehalte an CO₂ als 1·5% tritt wie bei einem niedrigeren Gehalte ein erhöhter Laubfall ein. Bei einem CO₂-Gehalte, der höher liegt als 3%, tritt eine Wendung ein; von hier ab verringert sich die Laubfallgröße, bis sie bei 40% gleich Null wird. Von hier ab bis zu einer 100%igen CO₂-Atmosphäre ist dann keine Veränderung mehr in bezug auf die Laubfallgröße ersichtlich.

Ein Verständnis dieser anscheinend einander widersprechenden Ergebnisse ist zu erreichen, wenn wir bedenken, daß die Laubablösung ein Prozeß eines lebensstätigen Organismus ist. Wie bereits gesagt, wirken größere CO₂-Mengen giftig, die Lebensenergie des Organismus unterbindend und eben auch die Laubablösung hintan-

haltend. Je größer nun die CO_2 -Menge ist, die auf die Pflanze jenseits des Maximums an CO_2 , das sie verträgt, einwirkt, desto rascher wird die Lähmung ihrer Lebenstätigkeit eintreten, desto rascher wird folglich auch der Laubfall sistiert. Die Lähmung bei 20%, 30% CO_2 ist noch keine so intensive und rasche, daß die Pflanze sich nicht einer gewissen Menge Laubes entledigen könnte. Bei 40% CO_2 jedoch scheint jede Lebenstätigkeit momentan unterbunden zu werden. Ich habe mit Absicht den Ausdruck Lähmung gebraucht, denn ein Absterben des pflanzlichen Organismus scheint mir erst die nach einigen Tagen sichtbar werdende Degeneration des Chlorophylls zu bedeuten. Durch die CO_2 -Menge, die dem Optimum entspricht (0·2—1·5%), wird die Pflanze gegen die Schädigung infolge veränderter Transpiration resistenter, infolgedessen die Abstoßung des Laubes, wodurch die Stagnierung der Säfte, insbesondere das Überhandnehmen organischer Säuren verhindert werden soll, eingeschränkt werden kann.



Die nach außen für den Beobachter in Erscheinung tretende Wirkung in der Nähe des CO_2 -Optimums hat große Ähnlichkeit mit der Wirkung sehr hoher CO_2 -Gehalte der Atmosphäre; in beiden Fällen tritt ja Laubfallverzögerung ein; doch ist diese in beiden Fällen etwas Grundverschiedenes: In der Nähe des CO_2 -Optimums ist die Wirkung der Kohlensäure eine das Laubblatt schützende, bei hohen CO_2 -Gehalten der Atmosphäre dagegen eine das Laubblatt schädigende. Die Wirkung geringerer CO_2 -Mengen in der Atmosphäre, sowie größerer als das Optimum, ist auch wieder ähnlich. Im ersteren Falle ist die Holzpflanze gegen die schädigende Wirkung behinderter Transpiration weniger resistent, infolgedessen der erhöhte Laubfall; im letzteren schützt sich die Pflanze gegen die schädigende Wirkung zu großer CO_2 -Mengen, die sie ja durch das Blatt aufnimmt, durch die Abstoßung desselben. Hier addiert sich die Wirkung der verminderten Transpiration zu der in derselben Richtung wirkenden Schädigung durch CO_2 -Mengen oberhalb des Optimums.

Aus dem Verlaufe der oben gezeichneten Kurve ist zu entnehmen, daß die Laubfallgröße bei verschiedenen verwendeten CO_2 -Mengen die gleiche sein kann, indem die Kurve bei verschiedenen Werten in bezug auf die Abszisse den gleichen Wert der Ordinate erreicht, so daß der Größe des Laubfalles beim Optimum der verwendeten CO_2 -Menge eine solche bei bereits die Lebenstätigkeit unterbindenden CO_2 -Mengen entspricht. Es mag daraus entnommen werden, welche verschiedene Wertigkeit ein und derselben Sinnlichkeit physiologischer Vorgänge zukommt.

Zusammenfassung.

1. Es kann bei Blättern, deren Basis ein Meristem trägt, jederzeit, auch in noch ganz jugendlichem Zustande, eine organische Ablösung vom Sproß erfolgen.

2. In bezug auf die ursprüngliche Fragestellung erscheint klargestellt, daß geringe, sich etwa unter einer Glasglocke bei den Versuchen im absolut feuchten Raume ansammelnde CO_2 -Mengen auf die Laubablösung nicht beschleunigend, sondern hemmend einwirken, und diese Hemmung erscheint am größten bei einem Gehalte der Atmosphäre an CO_2 von 0·2—1·5%.

Beschleunigt wird der Laubfall einerseits durch Entzug des normalen Gehaltes an CO_2 der Atmosphäre und andererseits durch CO_2 -Gehalte, die höher als 1·5% liegen. Bei 4% CO_2 wird die Laubfallgröße wieder geringer, um bei 40% gleich Null zu werden, da bei dieser CO_2 -Menge jegliche Lebenstätigkeit unterbunden erscheint.

Beiträge zur Kenntnis amerikanischer Nyctaginaceen.

Von Dr. Anton Heimerl (Wien).

(Fortsetzung.¹⁾)

10. *Boerhaavia tuberosa* Lamarek!, *Illustrations des genres* I, 10 (1791); Vahl, *Enumeratio* I, 288; Poiret, *Dictionn.* V, 56. Von dieser halb verschollenen Art, von der ich ein Lamarek'sches Original Exemplar im Herbare Vahl vergleichen konnte, gestaltet sich die Synonymie folgendermaßen:

Herba purgationis flore violaceo Feuillet, *Journal des observations etc.* III, 26, Tab. XVIII.

Boerhaavia excelsa Willd.!, *Phytographia* I, 1, nr. 5; *Species plant.* I, 21; *Enum. plant.* 50.

Boerhaavia scandens Choisy p. p. in De Cand. *Prodr.* XIII, 2, 454 (quoad plantam Peruvianam et Galapagensem); Hooker fil., *Enum. plant. Galap.* in *Transact. Linn. Soc.* XX, 193; Andersson!, *Enum. plant. Galap.* 64; Hemsley, *Biologia* 5 p. p. (quoad plantam Peruvianam et Galapagensem); Robinson!, *Proceed. Amer. Acad.* XXXVIII, 141.

¹⁾ Vgl. Nr. 7, S. 249.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische
Datenbank/Zoological-Botanical
Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Osterreichische
Botanische Zeitschrift = Plant
Systematics and Evolution

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: 056

Autor(en)/Author(s): Furlani Johannes

Artikel/Article: Kleinere Arbeiten des
pflanzenphysiologischen Institutes der k.

k. Universität in Wien. Nr. XLIX. Über
den Einfluß der Kohlensäure auf den
Laubfall. 400-406